

โครงการประเมินและพัฒนาสู่ความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

Thailand Educational Development and Evaluation Tests

เฉลยแบบทดสอบ ประจำปี 2569

วิชาวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	1, 2	16	2
2	1, 4	17	1
3	1	18	1, 3
4	2	19	3, 5
5	5	20	1, 2
6	5	21	2
7	5	22	2
8	2, 5	23	2
9	5	24	4
10	2	25	4
11	5	26	3
12	2, 5	27	3
13	2	28	2, 3
14	4	29	2, 3
15	3, 5	30	1, 3

คำอธิบาย

1. ③ ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ ทำหน้าที่สร้างของเหลวที่มีน้ำตาลฟรุกโทสและวิตามินซี เพื่อเป็นแหล่งพลังงานและอาหารให้กับเซลล์อสุจิ ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ก่อนการปฏิสนธิ เพื่อให้อสุจิมีพลังงานในการว่ายไปหาไข่
รก เป็นโครงสร้างที่เกิดขึ้นหลังเกิดการปฏิสนธิ และการฝังตัวแล้วเท่านั้น ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สและสารอาหารจากแม่ไปสู่ตัวอ่อนหรือทารกในครรภ์
- ④ องคชาติเย็บได้กับคลิตอริส ทำหน้าที่รับความรู้สึกจากการสัมผัส รวมถึงสามารถแข็งตัวได้เมื่อถูกกระตุ้น
- ⑤ หลอดเก็บอสุจิ ทำหน้าที่เป็นที่พักของเซลล์อสุจิที่เพิ่งสร้างเสร็จจากอัณฑะ โดยอสุจิจะอยู่ที่นี้ชั่วคราวเพื่อพัฒนาจนเติบโตแข็งแรงพร้อมปฏิสนธิ
มดลูก เป็นที่สำหรับการฝังตัวและเจริญเติบโตของตัวอ่อนหลังจากที่ไข่และอสุจิได้ปฏิสนธิกันเรียบร้อยแล้ว ตลอดระยะเวลาตั้งครรภ์ประมาณ 9 เดือน มดลูกไม่ใช่ที่พักของเซลล์ไข่ก่อนการปฏิสนธิ เซลล์ไข่เจริญและสุกที่รังไข่ และหากรอการปฏิสนธิจะรออยู่ที่ท่อนำไข่ ไม่ใช่มดลูก หากเซลล์ไข่ที่ไม่ได้รับการปฏิสนธิตกลงมาถึงมดลูก มันจะสลายไปพร้อมกับผนังมดลูกกลายเป็นประจำเดือน
2. การชักมือกลับทันทีเมื่อโดนของร้อน จัดเป็นปฏิกิริยาสะท้อนกลับ (Reflex action) ซึ่งเป็นการทำงานนอกเหนืออำนาจจิตใจ กระแสประสาทจะส่งจากผิวหนังไปยังไขสันหลัง และไขสันหลังจะสั่งการให้กล้ามเนื้อแขนดึงมือกลับทันที เพื่อความรวดเร็วในการลดความเสียหายของเนื้อเยื่อ โดยไม่ต้องรอให้สมองเป็นผู้สั่งการ แม้ว่าไขสันหลังจะสั่งให้ชักมือกลับไปแล้ว แต่กระแสประสาทอีกสายหนึ่งจะถูกส่งขึ้นไปยังสมองส่วนซีรีบรัม (Cerebrum) ในเวลาใกล้เคียงกัน เพื่อให้สมองแปลผล ทำให้นักเรียนรับรู้ความรู้สึกเจ็บและร้อนในเวลาต่อมาหลังจากที่ชักมือกลับแล้ว โดยวงจรรีเฟล็กซ์ที่ถูกต้อง คือ
หน่วยรับความรู้สึกที่ผิวหนัง →
เซลล์ประสาทรับความรู้สึก → ไขสันหลัง →
เซลล์ประสาทสั่งการ → กล้ามเนื้อแขน
การตั้งใจแปลผลลงบนมือและเดินไปเปิดก๊อกน้ำเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการคิดและตัดสินใจแล้วจึงเป็นการทำงานภายใต้อำนาจจิตใจซึ่งสั่งการโดยสมองส่วนซีรีบรัม ไม่ใช่ปฏิกิริยาสะท้อนกลับ

3. A คือ เม็ดเลือดแดง

B คือ เม็ดเลือดขาว

C คือ เกล็ดเลือด

D คือ พลาสมา

- ① เม็ดเลือดแดงของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีลักษณะเฉพาะ คือ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว นิวเคลียสจะสลายไป เพื่อเพิ่มพื้นที่ให้กับ ฮีโมโกลบิน ทำให้สามารถลำเลียงแก๊สออกซิเจน ได้มากขึ้น
- ② ส่วนประกอบที่มีฮีโมโกลบินและมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่ออาศัยอยู่ในพื้นที่สูง คือ เม็ดเลือดแดง (A) ไม่ใช่เม็ดเลือดขาว
- ③ ส่วนประกอบที่มีรูปร่างไม่แน่นอนและทำหน้าที่ กำจัดเชื้อโรคด้วยกระบวนการฟาโกไซโทซิส (Phagocytosis) คือ เม็ดเลือดขาว (B) ไม่ใช่ เกล็ดเลือด
- ④ พลาสมาประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ (ประมาณ 90%) ส่วนโปรตีนมีอยู่เพียงบางส่วนเท่านั้น
- ⑤ ส่วนประกอบที่สามารถเปลี่ยนรูปร่างและเคลื่อน ผ่านผนังหลอดเลือดได้ มีเพียงเม็ดเลือดขาว (B) เท่านั้น

4. ① คือ แก๊สออกซิเจน

และ ② คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

เนื่องจากปริมาณของ ② เพิ่มขึ้นในเลือดที่ไหล ออกจากอวัยวะ A จึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่ามี แก๊สเกิดขึ้นจากผลของการหายใจระดับเซลล์ใน เซลล์เนื้อเยื่อ แล้วเคลื่อนที่เข้าสู่กระแสเลือดด้วย กระบวนการแพร่ (Diffusion)

- ① ① คือ แก๊สออกซิเจน ไม่ใช่เชื้อเพลิง แต่เป็น แก๊สที่ช่วยให้เชื้อเพลิง (กลูโคส) ถูกเผาผลาญ เพื่อสร้างพลังงาน
- ③ การหายใจระดับเซลล์ไม่ใช่กระบวนการสร้าง อาหาร แต่เป็นกระบวนการสลายอาหาร เพื่อให้ได้พลังงาน
- ④ การแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างเซลล์เนื้อเยื่อ กับ หลอดเลือดฝอย เรียกว่า การหายใจภายใน (Internal respiration) ไม่ใช่การหายใจ ภายนอก
- ⑤ เนื่องจากเซลล์เนื้อเยื่อนำสารอาหารไปใช้ในการ หายใจระดับเซลล์ ดังนั้น เลือดที่ไหลเข้าอวัยวะ A จึงต้องมี สารอาหารมากกว่าเลือดที่ไหลออกจาก อวัยวะ A

5. แอลลีลเป็นรูปแบบของยีนที่ได้รับมาจากพ่อและแม่อย่างละหนึ่ง และจะอยู่เป็นคู่ในตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซมคู่เหมือน ซึ่งอาจเป็นแอลลีลต่างชนิดกัน (Rr) ก็ได้

- ① R และ r ไม่ได้อยู่บนโครโมโซมแท่งเดียวกัน แต่จะอยู่คนละแท่งของโครโมโซมคู่เหมือนที่จับคู่กัน
- ② เนื่องจากลักษณะเมล็ดกลม (R) เป็นลักษณะเด่นเหนือเมล็ดย่น (r) ดังนั้น ถั่วลิสงเตาที่มีจีโนไทป์ Rr จะมีฟีโนไทป์เป็นเมล็ดกลม
- ③ ตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซมคู่เหมือน อาจมีแอลลีลต่างชนิดกัน (R และ r) หรืออาจเป็นแอลลีลชนิดเดียวกันก็ได้
- ④ ในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์โดยการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมคู่เหมือนจะแยกออกจากกัน ดังนั้น R และ r จึงถูกแยกไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์คนละเซลล์ตามกฎการแยกของเมนเดล (Law of Segregation)

6. กลุ่ม A เป็นประชากรที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
กลุ่ม B เป็นประชากรที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเกิดจากการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย ทำให้ลูกมีความหลากหลาย ดังนั้น เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน ความน่าจะเป็นที่จะมีสิ่งมีชีวิตเหลืออยู่ได้จึงมีสูงกว่า และมีความสามารถในการปรับตัวที่ดีกว่า

- ① การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีอัตราการเพิ่มจำนวนของประชากรเร็วกว่าการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
- ② การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะทำให้รุ่นลูกมีลักษณะเหมือนกับรุ่นพ่อแม่ทุกประการ ดังนั้น เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนไป จึงมีโอกาสตายพร้อมกันได้ง่าย การดำรงเผ่าพันธุ์จึงเสียเปรียบกว่าการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
- ③ การจำลองตัวเองจากรุ่นพ่อแม่เพื่อขยายพันธุ์เป็นลักษณะเด่นของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ทำให้ลูกมีลักษณะเหมือนพ่อแม่ทุกประการ
- ④ เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปอย่างกะทันหัน สิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีความน่าจะเป็นที่จะมีโอกาสอยู่รอด เนื่องจากมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง

7. หากพืช GMO หลุดรอดออกไปสู่ระบบนิเวศตามธรรมชาติ ยีนจำเพาะบางชนิดอาจแพร่กระจายออกไป และอาจส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง รวมทั้งมีการผสมข้ามกับพืชในป่าตามธรรมชาติ ท้ายที่สุดอาจส่งผลต่อสมดุลของห่วงโซ่อาหารและระบบนิเวศ

- ① เนื่องจากพืช GMO มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิต คำอธิบายที่ว่าอัตราการขยายพันธุ์ช้าลงจึงไม่ถูกต้อง
- ② ความสม่ำเสมอของผลิตผลถือเป็นประโยชน์ทางเศรษฐกิจ และไม่เกี่ยวข้องกับผลกระทบทางด้านระบบนิเวศ
- ③ การเสื่อมโทรมของธาตุอาหารในดินเป็นปัญหาจากการเพาะปลูกต่อเนื่องมากเกินไป มากกว่าที่จะเป็นภัยคุกคามโดยตรงจากพืช GMO
- ④ การคัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ส่วนพืช GMO เป็นการดัดแปรพันธุกรรมโดยฝีมือมนุษย์ จึงไม่ใช่การขัดขวางการคัดเลือกโดยธรรมชาติของมนุษย์

8. เซลล์ในระยะ A คือ เซลล์ที่อยู่ในระยะแบ่งเซลล์ไมโอซิสครั้งที่ 1 (Meiosis I)
- เซลล์ในระยะ B คือ เซลล์ที่ผ่านการแบ่งเซลล์ไมโอซิสครั้งที่ 1 เสร็จสิ้นแล้ว
- และเซลล์ในระยะ C คือ เซลล์สืบพันธุ์
- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่ลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง เมื่อเกิดการปฏิสนธิแล้ว จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ จะยังเท่าเดิมในทุก ๆ รุ่น
- ① การจำลองตัวเองของ DNA จะเสร็จสมบูรณ์ตั้งแต่ในระยะอินเทอร์เฟส (Interphase) ซึ่งเป็นระยะเตรียมตัวก่อนที่จะเข้าสู่ระยะ A
 - ③ เมื่อเปลี่ยนจากระยะ B ไปเป็นระยะ C จะเกิดการแยกกันของ Sister chromatids ทำให้จำนวนโครโมโซมยังมี 2 เท่า เท่าเดิม
 - ④ เซลล์ในระยะ C มีปริมาณ DNA ลดลงเหลือเพียง 1 ใน 4 ของเซลล์ในระยะ A ดังนั้น เซลล์ในระยะ C จึงไม่ได้มีปริมาณสารพันธุกรรมมากกว่าเซลล์ในระยะ A

9. เนื่องจากพ่อและแม่ที่มีลักษณะปกติสามารถมีลูกที่แสดงลักษณะทางพันธุกรรม ‘เอ’ ได้ แสดงว่าลักษณะปกติเป็นลักษณะเด่นและลักษณะทางพันธุกรรม ‘เอ’ เป็นลักษณะด้อย ดังนั้น พ่อและแม่จึงมีจีโนไทป์เป็น Aa ทั้งคู่ และลูกสาวคนสุดท้ายต้องมีจีโนไทป์เป็น aa

- ① เนื่องจากพ่อและแม่ที่มีลักษณะปกติสามารถมีลูกที่แสดงลักษณะทางพันธุกรรม ‘เอ’ ได้ จึงสรุปได้ว่า ลักษณะทางพันธุกรรม ‘เอ’ เป็นลักษณะด้อย ไม่ใช่ลักษณะเด่น
- ② ลูกชายคนโตมีลักษณะปกติ ดังนั้น จีโนไทป์อาจเป็น AA หรือ Aa ก็ได้ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่า ต้องเหมือนกับพ่อและแม่เสมอไป
- ③ เนื่องจากลูกสาวคนสุดท้ายต้องมีจีโนไทป์เป็น aa พ่อและแม่จึงต้องมียืนด้อยคนละหนึ่งยืน ดังนั้น ทั้งคู่ต้องมีจีโนไทป์เป็น Aa ไม่ใช่ AA
- ④ ลักษณะทางพันธุกรรม ‘เอ’ เป็นลักษณะด้อย (aa) ดังนั้น ลูกสาวคนสุดท้ายจะต้องได้รับยืนด้อย a มาจากพ่อและแม่คนละหนึ่งยืน
- ⑤ ลูกชายคนโตมีลักษณะปกติ ดังนั้น จากจีโนไทป์ที่เป็นไปได้ของลูกจากพ่อแม่ คือหนึ่งใน AA, Aa, และ Aa จึงมีความน่าจะเป็นที่จีโนไทป์จะเป็น Aa เท่ากับ $\frac{2}{3}$ หากแต่งงานกับหญิงที่มีจีโนไทป์ Aa โอกาสที่ลูกจะมีความน่าจะเป็นเป็นจีโนไทป์ aa ที่แสดงลักษณะทางพันธุกรรม ‘เอ’ คือ $\frac{1}{4}$ ดังนั้น ความน่าจะเป็นรวมเท่ากับ $\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$

10. ในภาวะน้ำตาลในเลือดสูงระดับ 1 ไม่พบกลูโคสขับออกทางปัสสาวะ (ปริมาณการขับออก = 0) แสดงว่ากลูโคสที่ถูกกรองทั้งหมดจะถูกดูดกลับได้ 100% ดังนั้น จากความสัมพันธ์
- ปริมาณที่ถูกกรอง = ปริมาณที่ถูกดูดกลับ
- จึงได้ค่า $A = 360$ มิลลิกรัม/นาที
- เนื่องจากปริมาณกลูโคสที่ถูกกรองในระดับ 1 มีค่าเท่ากับอัตราการดูดกลับสูงสุดของท่อหน่วยไต ($T_m = 360$ มิลลิกรัม/นาที)พอดี ดังนั้น ในภาวะน้ำตาลในเลือดสูงระดับ 2 ท่อหน่วยไตจึงยังคงดูดกลับกลูโคสได้สูงสุดเต็มขีดจำกัดเท่าเดิม คือ $B = 360$ มิลลิกรัม/นาที
- สำหรับปริมาณกลูโคสที่ขับออกทางปัสสาวะในภาวะน้ำตาลในเลือดสูงระดับ 2 (ค่า C) คำนวณได้จาก:
- ปริมาณที่ขับออก (C)
- $$= \text{ปริมาณที่ถูกกรอง} - \text{ปริมาณที่ถูกดูดกลับ}$$
- $$= 600 - 360$$
- $$= 240 \text{ มิลลิกรัม/นาที}$$
- สรุปได้ว่า: ค่า A เท่ากับ 360 มิลลิกรัม/นาที และในภาวะน้ำตาลในเลือดสูงระดับ 1 กลูโคสที่ถูกกรองจะถูกท่อหน่วยไตดูดกลับทั้งหมด 100%
- ① ผิด เพราะ หาก A เท่ากับ B แสดงว่าการดูดกลับถึงขีดจำกัดสูงสุด $T_m = 360$ มิลลิกรัม/นาทีแล้ว
 - ③ ผิด เพราะ เมื่อระดับน้ำตาลในเลือดสูงเกินขีดจำกัด (T_m) ไตจะดูดกลับไม่หมด จึงมีกลูโคสออกมาในปัสสาวะ

- ④ สมการทางสรีรวิทยาของการทำงานของไต (Excretion Rate) ที่ถูกต้องคือ ปริมาณสารที่ขับออกทางปัสสาวะ = ปริมาณสารที่ถูกกรอง - ปริมาณสารที่ถูกดูดกลับ + ปริมาณสารที่ถูกขับทิ้ง
- ⑤ การพบกลูโคสในปัสสาวะไม่ได้เกิดจาก "ไกลเมอรูลัสสูญเสียหน้าที่ในการกรอง" แต่เกิดจากปริมาณกลูโคสที่ถูกกรองออกมาเกินขีดจำกัดการดูดกลับของท่อหน่วยไต (Renal Threshold / T_m) ทำให้ตัวขนส่ง (SGLT2) ดูดกลับไม่หมด กลูโคสจึงออกมากับปัสสาวะ
11. A เป็นคลื่นกล ซึ่งถ่ายโอนพลังงานผ่านการสั่นของตัวกลาง ส่วนแสงและคลื่นวิทยุเป็นคลื่น B หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง
- ① เมื่อคลื่น A เคลื่อนที่ พลังงานจะถูกส่งผ่านด้วยการสั่นของตัวกลาง แต่ตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น
 - ② เสียงไม่สามารถส่งผ่านในอวกาศ (สุญญากาศ) ได้ เนื่องจากไม่มีตัวกลางให้เกิดการสั่น
 - ③ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ได้แม้ในสถานะสุญญากาศที่ไม่มีตัวกลาง
 - ④ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมีความเร็วเท่ากัน ในสุญญากาศ ซึ่งเท่ากับความเร็วแสง
12. เมื่อผู้ขี่ปั่นจักรยาน พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในร่างกายจะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในการหมุนล้อและปั่นไฟ จากนั้นเครื่องปั่นไฟ (ไดนาโม) จะเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อจ่ายให้หลอดไฟฟ้าส่องสว่าง โดยพลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นพลังงานแสงและพลังงานความร้อนที่หลอดไฟฟ้า ขณะเดียวกัน ยังมีพลังงานบางส่วนเปลี่ยนเป็นความร้อนจากแรงเสียดทานในเครื่องปั่นไฟและล้อจักรยาน เมื่อผู้ขี่ปั่นเร็วขึ้นไฟหน้าจะสว่างมากขึ้น จึงต้องออกแรงมากขึ้น เพราะต้องถ่ายโอนพลังงานให้กับจักรยานมากขึ้น โดยไม่มีการสร้างพลังงานขึ้นใหม่ ทั้งหมดนี้เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งกล่าวว่า พลังงานไม่สามารถสร้างหรือทำลายได้ แต่สามารถเปลี่ยนรูปและถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งได้
- ① พลังงานไฟฟ้าไม่ได้เกิดขึ้นเอง แต่เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานที่ผู้ขี่ใช้ปั่นจักรยาน
 - ③ พลังงานที่หลอดไฟฟ้าได้รับขึ้นอยู่กับพลังงานที่ผู้ขี่ถ่ายโอนให้จักรยาน หากผู้ขี่ออกแรงมากขึ้น เครื่องปั่นไฟจะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น ทำให้ไฟสว่างมากขึ้น
 - ④ พลังงานไฟฟ้าไม่ได้ถูกสร้างขึ้นใหม่ แต่เป็นผลจากการเปลี่ยนรูปของพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

13. ทั้ง 3 สถานการณ์ เป็นตัวอย่างของแรงสนาม ซึ่งเป็นแรงที่สามารถกระทำต่อวัตถุได้โดยไม่จำเป็นต้องสัมผัสกัน แต่แหล่งกำเนิดของสนามและทิศทางของแรงแตกต่างกัน ดังนี้
- ดาวเทียมโคจรรอบดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง
ดาวเคราะห์มีมวลจึงสร้างสนามโน้มถ่วงรอบตัวเอง แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อดาวเทียมจะมีทิศพุ่งเข้าหาดาวเคราะห์เสมอ เพราะแรงโน้มถ่วงเป็นแรงดึงดูดเท่านั้น
 - ลูกเหล็กที่มีประจุลบจะถูกดึงดูดเข้าหาลูกเหล็กที่มีประจุบวก แต่จะถูกผลักออกจากลูกเหล็กที่มีประจุลบด้วยกัน
วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าจะสร้างสนามไฟฟ้ารอบตัวเอง ประจุต่างชนิดจะดึงดูดกัน ส่วนประจุชนิดเดียวกันจะผลักรัน ดังนั้น แรงไฟฟ้าที่กระทำต่อวัตถุอาจมีทิศพุ่งเข้าหาหรือพุ่งออกจากแหล่งกำเนิดสนามขึ้นอยู่กับชนิดของประจุ
 - วางเข็มทิศไว้ใกล้แท่งแม่เหล็ก
แท่งแม่เหล็กสร้างสนามแม่เหล็กรอบตัวเอง เข็มทิศซึ่งเป็นแม่เหล็กขนาดเล็ก จะถูกแรงแม่เหล็กกระทำ โดยแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กอาจเป็นแรงดึงดูด (ต่างขั้ว) หรือแรงผลักรัน (ขั้วเดียวกัน) จึงมีทิศพุ่งเข้าหาหรือออกจากแหล่งกำเนิดได้
ดังนั้น แรงโน้มถ่วงมีทิศพุ่งเข้าหาแหล่งกำเนิดเสมอ ส่วนแรงไฟฟ้าและแรงแม่เหล็กอาจมีทิศพุ่งเข้าหาหรือออกจากแหล่งกำเนิดได้ จึงตอบ ข้อ ②

14. A คือ รังสีอินฟราเรด
B คือ คลื่นไมโครเวฟ
C คือ รังสีเอกซ์ (X-ray)
ทั้งนี้ พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะยิ่งสูงขึ้นเมื่อมีความถี่มากขึ้น (หรือมีความยาวคลื่นสั้นลง)
- ① รังสีอินฟราเรด (A) มีความถี่น้อยกว่า (มีความยาวคลื่นยาวกว่า) แสงที่ตามองเห็น ส่วนคลื่นที่มีสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคคือรังสีอัลตราไวโอเล็ต
 - ② คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด ไม่ว่าจะมีความถี่หรือความยาวคลื่นเท่าใด จะเคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วแสง
 - ③ คลื่นไมโครเวฟ (B) มีความถี่น้อยกว่ารังสีอินฟราเรด (A) ก็จริง แต่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุดคือ คลื่นวิทยุ (Radio Wave)
 - ⑤ รังสีเอกซ์ (C) มีความยาวคลื่นสั้นกว่ารังสีอัลตราไวโอเล็ต จึงทำให้มีพลังงานสูงและมีความสามารถในการทะลุผ่านสูง

15. ① จากข้อมูลการทดลอง เมื่อแสงเดินทางจากน้ำสู่อากาศ และเกิดการหักเห มุมหักเหจะมากกว่ามุมตกกระทบ หากมุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤต จะไม่เกิดการหักเห แต่จะเกิดการสะท้อนกลับหมด จึงไม่สามารถวัดมุมหักเหในอากาศได้
- ② จากการทดลอง เมื่อมุมตกกระทบเป็น 50° ไม่พบแสงหักเหออกสู่อากาศ แสดงว่าแสงเกิดการสะท้อนกลับทั้งหมด (Total Internal Reflection) ภายในน้ำ
- ③ แสงเดินทางในน้ำช้ากว่าในอากาศ จึงเกิดการหักเหเมื่อผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลาง โดยมีมุมหักเหโตกว่ามุมตกกระทบ
- ④ เมื่อแสงเดินทางจากน้ำสู่อากาศ แสงหักเหออกจากเส้นแนวฉาก ผู้สังเกตมองเห็นแนวแสงเป็นเส้นตรง จึงเห็นภาพเสมือนของเหรียญอยู่สูงกว่าตำแหน่งจริง
- ⑤ ไม่ถูกต้อง เพราะหากมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต แสงจะเกิดการสะท้อนกลับทั้งหมด และไม่สามารถหักเหออกสู่อากาศได้

16. ระยะทางจากจุดหมุนไปยังรูปปั้นหินอ่อน คือ 0.3 เมตร
- ส่วนระยะทางจากจุดหมุนไปยังตำแหน่งที่ออกแรงกด คือ $1.5 - 0.3 = 1.2$ เมตร
- ดังนั้น อัตราส่วนของระยะทางคือ 1:4 ตามหลักการของคาน
- เมื่อได้เปรียบทางด้านแรง 4 เท่า ระยะทางในการกดคานลงจะต้องเป็น 20 เซนติเมตร (0.2 เมตร) ซึ่งเป็น 4 เท่า ของความสูงที่รูปปั้นหินอ่อนลอยขึ้น (5 เซนติเมตร)
- ① เนื่องจากอัตราส่วนระยะทางไปยังจุดหมุน คือ 1:4 ขนาดของแรงจริงที่จำเป็นต้องใช้จึงเป็น 1 ใน 4 ของ 800 นิวตัน ซึ่งเท่ากับ 200 นิวตัน
- ③ ปริมาณงานจริงที่คนทำ คือ $800 \text{ นิวตัน} \times 0.05 \text{ เมตร} = 40 \text{ จูล}$ ซึ่งมาจาก (น้ำหนักวัตถุ $\times$ ความสูงที่ยกขึ้น)
- ④ ไม่ว่าจะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องกลชนิดใดก็ตาม แม้จะออกแรงน้อยลง แต่ระยะที่ออกแรงมากขึ้น ดังนั้น ปริมาณงานรวมจะเท่าเดิม ตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน
- ⑤ คานช่วยให้ผ่อนแรงได้ แต่ต้องแลกกับการออกแรงในระยะทางที่มากขึ้น จึงไม่สามารถได้เปรียบทั้งขนาดของแรงและระยะที่ออกแรงพร้อมกันได้

17. ขั้นตอน B เป็นกระบวนการแยกสารเนื้อผสมผ่านกระบวนการกลั่น โดยอาศัยความแตกต่างของจุดเดือดของสารที่เป็นส่วนประกอบ ทำให้สารที่มีจุดเดือดต่ำกว่ากลายเป็นไอ แล้วจึงควบแน่นกลับเป็นของเหลวเพื่อแยกออกจากสารผสม
- ② ขั้นตอน C เป็นการคัดแยกโดยอาศัยสมบัติทางแม่เหล็ก (Magnetic property) ของสาร ไม่ใช่ขนาดของอนุภาค
- ③ ในขั้นตอน C เหล็ก (Fe) ถูกแยกออกมาก่อน ไม่ใช่เพราะมีความหนาแน่นสูง แต่เพราะมีสมบัติถูกดูดด้วยแม่เหล็ก จึงสามารถแยกออกมาก่อนได้
- ④ ขั้นตอน D เป็นการคัดแยกทางกายภาพโดยอาศัยความแตกต่างของความหนาแน่นสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับของเหลว ไม่ใช่ความสามารถในการละลาย
- ⑤ การแยกสารเนื้อผสมตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าสารที่เป็นส่วนประกอบยังคงรักษาสสมบัติเฉพาะตัว (เช่น จุดเดือด, ความหนาแน่น) เอาไว้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

18. ① ประสิทธิภาพของเครื่อง A
- $$= \frac{\text{งานที่ได้}}{\text{พลังงานที่ใช้}} \times 100$$
- $$= \frac{40,000 \text{ จูล}}{50,000 \text{ จูล}} \times 100$$
- $$= 80\%$$
- ② งานที่เครื่อง B ทำจริง หาได้จาก
- $$F \times s = 2,500 \text{ นิวตัน} \times 20 \text{ เมตร}$$
- $$= 50,000 \text{ จูล}$$
- ③ งานที่เครื่อง B ทำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 50,000 จูล ก็คือพลังงานทั้งหมดที่ใช้ไป
- ④ กำลังของเครื่อง A มีค่า
- $$50,000 \text{ จูล} \div 20 \text{ วินาที} = 2,500 \text{ วัตต์}$$
- และกำลังของเครื่อง B มีค่า
- $$50,000 \text{ จูล} \div 10 \text{ วินาที} = 5,000 \text{ วัตต์}$$
- ดังนั้น กำลังของเครื่อง B เป็น 2 เท่าของเครื่อง A
- ⑤ ประสิทธิภาพของเครื่อง B มีค่า
- $$40,000 \text{ จูล} \div 50,000 \text{ จูล} \times 100 = 80\%$$
- ซึ่งมีค่าเท่ากับเครื่อง A

19. ความเข้มของแสงจะลดลงโดยแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่าง ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงจะกระจายตัวออกไปในพื้นที่ที่กว้างขึ้นตามระยะห่างที่ไกลออกไป

- ① จากข้อมูลการทดลองและหลักการ เมื่อระยะห่างเพิ่มขึ้นเป็น 3 เมตร ความเข้มของแสงจะลดลงเหลือ $\frac{1}{9}$ เท่า (ประมาณ 11%) ไม่ใช่ $\frac{1}{3}$ เท่า
- ② แม้จะเพิ่มความสว่างของหลอดไฟ แต่กฎทางฟิสิกส์เกี่ยวกับการกระจายตัวของแสง เมื่อระยะห่างเพิ่มขึ้นยังคงเหมือนเดิม ดังนั้น ความเข้มของแสงจึงลดลง
- ④ ผลต่างระหว่าง 1 เมตร (100%) และ 2 เมตร (25%) คือ 75% ส่วนผลต่างระหว่าง 2 เมตร (25%) และ 3 เมตร (11%) คือ ประมาณ 14% ยิ่งระยะห่างไกลออกไป อัตราการลดลงจะค่อย ๆ น้อยลง (ช่วงกว้างของการลดลง)

20. ① จากโจทย์

พลังงานศักย์โน้มถ่วง ณ ตำแหน่งเริ่มต้น = 40 จูล

พลังงานจลน์เมื่อถึงพื้นราบ = 36 จูล

แสดงว่าพลังงานที่เปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงาน

ความร้อนเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่าเท่ากับ

$$40 - 36 = 4 \text{ จูล}$$

- ② เมื่อปล่อยจากที่สูงขึ้น พลังงานศักย์โน้มถ่วง ณ ตำแหน่งเริ่มต้นเพิ่มขึ้น แม้ยังมีแรงเสียดทานแต่กล่องยังมีพลังงานเหลือเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์มากกว่าเดิม ดังนั้น พลังงานจลน์เมื่อถึงพื้นราบจึงมากกว่า 36 จูล
- ③ พลังงานศักย์โน้มถ่วงขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุและความสูงจากพื้นอ้างอิงเท่านั้น การเพิ่มความฝืดของพื้นเอียงไม่มีผลต่อพลังงานศักย์โน้มถ่วง ดังนั้น พลังงานศักย์โน้มถ่วง ณ ตำแหน่งเริ่มต้นยังคงเป็น 40 จูล
- ④ เมื่อมวลเพิ่มขึ้น แต่ความสูงเท่าเดิม พลังงานศักย์โน้มถ่วง ณ ตำแหน่งเริ่มต้นเพิ่มขึ้น จึงไม่ใช่ 40 จูล
- ⑤ เมื่อมวลเพิ่มขึ้น แรงกดบนพื้นเอียงเพิ่มขึ้น ทำให้ผลของแรงเสียดทานมากขึ้น พลังงานที่เปลี่ยนเป็นความร้อน ไม่ควรน้อยลง

21. ในคืนจันทร์เพ็ญ ดวงจันทร์จะอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ ดังนั้น ดวงจันทร์จะขึ้นในเวลาดวงอาทิตย์ตกและตกในเวลาดวงอาทิตย์ขึ้น จึงสามารถสังเกตเห็นได้ตลอดทั้งคืน

- ① ในคืนจันทร์ดับ ดวงจันทร์จะอยู่ในทิศทางเดียวกับดวงอาทิตย์ จึงไม่สามารถสังเกตเห็นได้จากโลก
- ③ ดวงจันทร์ที่สามารถสังเกตเห็นได้ทางทิศใต้ก่อนดวงอาทิตย์ขึ้นในช่วงวันที่ 22 – 23 ตามปฏิทินจันทรคติ คือ ดวงจันทร์ครึ่งดวงข้างแรม ไม่ใช่ดวงจันทร์ครึ่งดวงข้างขึ้น
- ④ ดวงจันทร์ที่ขึ้นในเวลาเที่ยงวันและโคจรมาอยู่ตรงตำแหน่งกลางท้องฟ้าทางทิศใต้ในช่วงดวงอาทิตย์ตกดิน คือ ดวงจันทร์ครึ่งดวงข้างขึ้น (ดวงจันทร์ครึ่งดวงข้างแรมจะขึ้นในเวลาเที่ยงคืน)
- ⑤ สาเหตุที่ดวงจันทร์ขึ้นช้าลงประมาณ 50 นาทีในแต่ละวัน เป็นเพราะโลกหมุนรอบตัวเอง และดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกัน คือ จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ไม่ใช่ในทิศทางตรงกันข้าม

22. ในเขตภูมิอากาศป่าฝนเขตร้อน น้ำฝนที่ตกลงมาอย่างหนักจะทำให้เกิดการชะล้างแร่ธาตุจากชั้น A ลงสู่ชั้นล่าง และแร่ธาตุเหล่านี้จะไปสะสมอยู่ในชั้น B จนเกิดเป็นชั้นดินสีแดงและแข็งที่เรียกว่าชั้นลาเทไรต์ (Laterite) หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่าศิลาแลง

- ① ชั้น A เป็นชั้นที่มีการชะล้างของธาตุอาหารอันเนื่องมาจากฝนตกหนักเกิดขึ้นอย่างรุนแรงดินในชั้นนี้จึงเป็นชั้นดินที่ขาดธาตุอาหาร
- ③ ชั้น C เป็นหินผุ เศษหิน ทราย แทบไม่มีอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหาร จึงไม่ใช่บริเวณที่เหมาะสมแก่การเจริญของรากพืช
- ④ พื้นที่ป่าฝนเขตร้อนมีอุณหภูมิและความชื้นสูงกระบวนการผุพังทางเคมีจึงเกิดขึ้นรวดเร็วมากและทำให้ชั้นดินก่อตัวจนหนา
- ⑤ การระเหยของน้ำที่รุนแรงและการดั่งสารที่เป็นเบสใต้ดินขึ้นมาสะสมที่ผิวหน้าดินจนดินเปลี่ยนเป็นสีขาวนั้น เป็นลักษณะเด่นของภูมิอากาศแบบแห้งแล้ง ไม่ใช่ภูมิอากาศป่าฝนเขตร้อน

23. พื้นที่ A มีอากาศร้อนและชื้นเหนือพื้นดิน ทำให้อากาศลอยตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการควบแน่นของไอน้ำจนพัฒนาเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของพายุฝนฟ้าคะนอง
- ส่วนพื้นที่ B อยู่เหนือมหาสมุทรที่มีอุณหภูมิผิวน้ำทะเล 29°C ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิชั้นต่ำที่มีค่าประมาณ $26 - 27^{\circ}\text{C}$ จึงเอื้อต่อการเกิดพายุหมุนเขตร้อน อีกทั้งมีบริเวณความกดอากาศต่ำและลมพัดเวียนเข้าสู่ศูนย์กลาง จึงเป็นลักษณะของพายุหมุนเขตร้อน
- ① พายุทั้งสองชนิดไม่ได้เกิดจากสาเหตุเดียวกัน
 - พายุฝนฟ้าคะนองเกิดจากอากาศร้อนชื้นเหนือพื้นดินลอยตัวขึ้น
 - พายุหมุนเขตร้อนเกิดจากการสะสมพลังงานเหนือทะเลอุ่นและการหมุนเวียนของลมเข้าสู่ศูนย์กลางความกดอากาศต่ำ จึงไม่ใช่เกิดจากพื้นดินร้อนจัดเหมือนกัน
 - ③ พายุหมุนเขตร้อนสามารถก่อให้เกิดฝนตกหนักมาก เนื่องจากได้รับไอน้ำจากทะเลอุ่นอย่างต่อเนื่อง จึงมักทำให้เกิดน้ำท่วม คลื่นพายุซัดฝั่ง และลมแรง
 - ④ ความชื้นสัมพัทธ์เพียงอย่างเดียว ไม่ใช่ปัจจัยกำหนดชนิดของพายุ ยังต้องพิจารณาแหล่งกำเนิด อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ความกดอากาศ และการหมุนเวียนของอากาศร่วมด้วย
 - ⑤ เมฆคิวมูโลนิมบัสเป็นเมฆที่พบได้บ่อยในพายุฝนฟ้าคะนอง ไม่ได้หมายความว่า เป็นระยะเริ่มต้นของพายุหมุนเขตร้อน

24. เนื่องจากการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก ทำให้กลุ่มดาวที่เป็นฉากหลังของดวงอาทิตย์และกลุ่มดาวที่มองเห็นในเวลากลางคืนเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา จากรูป ด้านที่มีมืดของโลก (เวลากลางคืน) กำลังหันหน้าไปทางกลุ่มดาวแมงป่อง ดังนั้น โลกในบริเวณที่เป็นเวลาเที่ยงคืน จึงสามารถสังเกตเห็นกลุ่มดาวแมงป่องได้
- ① ดวงอาทิตย์อยู่ในทิศทางของกลุ่มดาวแกะ
 - ② บริเวณที่เป็นด้านสว่างของโลก (เวลากลางวัน) แสงของดวงอาทิตย์จะสว่างเกินจนไม่สามารถสังเกตเห็นกลุ่มดาวแมงป่องได้
 - ③ หากดูตามทิศทางการโคจร (ทิศทวนเข็มนาฬิกา) กลุ่มดาวที่เป็นฉากหลังของดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่ในทิศทางจากกลุ่มดาวแกะไปยังกลุ่มดาววัว
 - ⑤ เมื่อโลกโคจรไปอยู่ในตำแหน่งของกลุ่มดาวแพะทะเล ดวงอาทิตย์จะอยู่ในทิศทางของกลุ่มดาวปู

25. ระยะเวลาและความถี่ในการสังเกตสุริยุปราคาและจันทรุปราคาจะถูกกำหนดโดยขนาดของวัตถุท้องฟ้าและลักษณะเฉพาะของวงโคจร เนื่องจากโลกมีขนาดใหญ่กว่าดวงจันทร์มาก บริเวณเงามืดที่ทอดออกมาจากโลกจึงมีความกว้างกว่าเงาของดวงจันทร์มาก ด้วยเหตุนี้ ดวงจันทร์จึงใช้เวลาในการเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่เงาตรงนี้มากกว่า ทำให้จันทรุปราคามีระยะเวลายาวนานกว่า

- ① ตำแหน่งที่เกิดสุริยุปราคา ① คือ ตำแหน่งจันทร์ดับและตำแหน่งที่เกิดจันทรุปราคา ② คือ ตำแหน่งจันทร์เพ็ญ
- ② จันทรุปราคาเต็มดวงเกิดขึ้นเมื่อดวงจันทร์เข้าไปอยู่ในเงามืดของโลกทั้งหมด ไม่ใช่ในเงามัวซึ่งเพียงทำให้ดวงจันทร์มีดลงเล็กน้อย แต่ไม่ได้ถูกเงาบังทั้งหมด
- ③ การที่ดวงอาทิตย์ถูกบังจากด้านขวาก่อนไม่ได้เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของดวงจันทร์ แต่เกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก
- ⑤ ระยะเวลาการโคจรของดวงจันทร์ (ระนาบจันทร์วิถี) เอียงทำมุมประมาณ 5° กับระนาบวงโคจรของโลก (ระนาบสุริยวิถี) โอกาสที่วัตถุท้องฟ้าทั้งสามจะมาเรียงตัวอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันจึงมีน้อย ดังนั้น สุริยุปราคาและจันทรุปราคาจึงไม่ได้เกิดขึ้นทุกเดือน

26. ชั้น A เป็นชั้นน้ำบาดาลที่เชื่อมต่อกับผิวดิน
ชั้น B เป็นชั้นหินที่บั่นน้ำที่ซึมผ่านได้ยาก
และชั้น C เป็นชั้นน้ำบาดาล ซึ่งถูกกักอยู่ระหว่างชั้นหินที่บั่นน้ำ เมื่อฝนตกหรือระดับน้ำในแม่น้ำสูงขึ้น น้ำผิวดินจะซึมลงสู่ใต้ดิน และเป็นแหล่งสำคัญในการเติมน้ำให้กับชั้น A ทำให้ระดับน้ำบาดาลชั้นนี้สูงขึ้น
- ① ชั้น B คือชั้นหินที่บั่นน้ำที่น้ำซึมผ่านได้ยาก ทำหน้าที่ปิดกั้นหรือกักเก็บไม่ให้น้ำบาดาลไหลผ่านไปได้ง่าย
 - ② ชั้น C ถูกกักอยู่ระหว่างชั้นหินที่บั่นน้ำ หากมีสารปนเปื้อนหลุดรอดเข้าไปสะสมแล้ว กระบวนการบำบัดตามธรรมชาติและการฟื้นฟูให้กลับมาดีดังเดิมจะทำได้ยากมาก
 - ④ น้ำบาดาลเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรน้ำ หากเผชิญภัยแล้งอย่างรุนแรง ปริมาณน้ำที่ซึมลงใต้ดินจะลดลง ส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลลดต่ำลงด้วยเช่นกัน
 - ⑤ น้ำผิวดินและน้ำบาดาลมีการไหลเวียนถ่ายเทน้ำให้แกกันและกันอย่างต่อเนื่อง จนเกิดเป็นระบบหมุนเวียนรวมของแหล่งน้ำทั้งหมดในระบบนิเวศ

27. พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ มีปริมาณการผลิตไฟฟ้าที่ผันผวนตามสภาพอากาศ ดังนั้น เพื่อให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องและมีเสถียรภาพ จึงจำเป็นต้องมีระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System: ESS) สำหรับเก็บพลังงานส่วนเกินไว้ใช้เมื่อการผลิตไฟฟ้าลดลง

นักเรียน A: แผงโซลาร์เซลล์มีข้อจำกัดทางกายภาพ ทำให้ประสิทธิภาพของแผงที่ใช้งานในเชิงพาณิชย์โดยทั่วไปอยู่ที่ 20% เท่านั้น ไม่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นไฟฟ้าได้เกือบ 100%

นักเรียน B: เชื้อเพลิงฟอสซิลมีความหนาแน่นของพลังงานสูงมาก จึงสามารถผลิตพลังงานในปริมาณมากได้จากเชื้อเพลิงปริมาณน้อย และโดยทั่วไปใช้พื้นที่ในการผลิตไฟฟ้าน้อยกว่าพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานลม

28. ในระดับความสูงที่ดาวเทียมโคจรอยู่นั้นมีอากาศเบาบางมาก จึงมีแรงต้านอากาศน้อยมาก ขยะอวกาศจึงสามารถรักษาวงโคจรเดิมเอาไว้ได้ตลอดหากไม่มีแรงจากภายนอกมากระทำ แต่หากลดความเร็วในวงโคจรของขยะอวกาศลง วงโคจรของมันจะลดระดับลง แรงโน้มถ่วงของโลกก็จะดึงดูดขยะอวกาศนั้นให้เคลื่อนเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ

- ① สนามแม่เหล็กโลกไม่ได้ทำหน้าที่เป็นแรงดึงดูดขยะอวกาศให้ตกลงสู่ชั้นบรรยากาศ
- ④ การเอาชนะแรงโน้มถ่วงเพื่อส่งขยะออกไปสู่อวกาศอันห่างไกลนั้นต้องใช้พลังงานสูงมาก จึงเป็นวิธีที่ไม่มีประสิทธิภาพ
- ⑤ เมื่อขยะอวกาศเคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศ พลังงานกลส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน เนื่องจากแรงเสียดทานกับอากาศ ดังนั้น พลังงานกลจึงไม่คงที่ แม้ว่าพลังงานรวมของระบบจะยังคงอนุรักษ์อยู่ก็ตาม

29. เนื่องจากระดับน้ำทะเลสูงขึ้น (+3 มิลลิเมตร) และแผ่นดินทรุดตัวลง (-2 มิลลิเมตร) เกิดขึ้นพร้อมกัน จึงทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์เท่ากับ 5 มิลลิเมตรต่อปี

นอกจากนี้การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของน้ำทะเลตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ระดับน้ำทะเลหนุนสูงขึ้น

- ① ภูเขา น้ำแข็งที่ลอยอยู่ในทะเล แม้จะละลายหมด ก็ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลไม่มากนัก และไม่ใช่ว่าสาเหตุหลักที่ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น
- ④ เมื่อธารน้ำแข็งบนภาคพื้นทวีป (น้ำจืด) ละลาย ไหลลงสู่ทะเล ความเค็มของน้ำทะเลจะลดต่ำลง และปริมาณน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น
- ⑤ หากแผ่นดินทรุดตัวต่ำลง น้ำทะเลจะไหลบ่าเข้าท่วม ส่งผลให้เส้นแนวชายฝั่งร่นถอยเข้ามาในแผ่นดิน และพื้นที่บนบกจะแคบลง

30. ① เมื่อดูที่ช่อง ‘มุมเงยต่ำสุดของดวงอาทิตย์ในรอบปี’ ในตาราง จะเห็นว่าค่าลดลงเรื่อย ๆ เป็น $66^\circ \rightarrow 52.5^\circ \rightarrow 46^\circ$ ตามมุมเอียงที่เพิ่มขึ้น
- ② มุมเงยต่ำสุดของดวงอาทิตย์ในรอบปีเพิ่มขึ้น จาก $86^\circ \rightarrow 90^\circ$ และจากเงื่อนไชที่ 3 ก็ยังคงคงที่อยู่ที่ 90° ดังนั้น จึงไม่ได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ
- ③ จากเงื่อนไชที่ 1 มุมเงยสูงสุด คือ 86° และมุมเงยต่ำสุด คือ 66° ดังนั้นผลต่าง (ช่วงความกว้างของการเปลี่ยนแปลง) จึงเท่ากับ 20°
- ④ เมื่อเปรียบเทียบเงื่อนไชที่ 2 และเงื่อนไชที่ 3 จะเห็นว่าแม้แกนโลกจะเอียงมากขึ้น แต่จำนวนครั้งที่ดวงอาทิตย์อยู่ตรงศีรษะยังคงเท่าเดิม คือ 2 ครั้ง
- ⑤ ในเงื่อนไชที่ 1 ที่แกนโลกเอียง (10°) น้อยกว่าปัจจุบัน (23.5°) พบว่า มุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ในรอบปี คือ 86° ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 90°